

## ЭКОЛОГИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ

*В.М. Жуковский, Л.К. Неудачина  
620083, г. Екатеринбург, пр. Ленина, 51  
Уральский государственный университет*

Жуковский Владимир Михайлович - профессор кафедры аналитической химии Уральского государственного университета, доктор химических наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, член-корреспондент Академии естественных наук Российской Федерации.

Область научных интересов: физико-химия, технология и аналитический контроль новых неорганических материалов, создание новых химических сенсоров для контроля объектов окружающей среды.

Автор более 350 научных публикаций.

Неудачина Людмила Константиновна - заведующая кафедрой аналитической химии Уральского государственного университета, доцент, кандидат химических наук.

Область научных интересов: комплексообразование ионов различных элементов с органическими и неорганическими лигандами и применение его в аналитических целях.

Автор 58 научных публикаций, в том числе 2 авторских свидетельств и 2 патентов РФ, и 6 методических указаний для студентов химического факультета УрГУ.

В науке долгое время было принято классическое определение экологии (Э.Геккель, 1866) как отрасли биологии, изучающей взаимодействие организмов с окружающей средой, в которой они живут, включая все живые и неживые компоненты. Окружающую среду составляют как физико-химические компоненты: свет и тепло, поступающие с солнечным излучением, влажность, ветер, кислород, двуокись углерода, питательные вещества в почве, воде и атмосфере, так и биологические компоненты: организмы того же самого сорта и все другие растения и животные [1].

С ростом публичной осведомленности в области проблем окружающей среды, слово «экология» стало весьма общим, но зачастую неверно используемым. Его ошибочно путают с науками об окружающей среде и программами охраны окружающей среды. За «экологию» зачастую выдают попытки устранить последствия бездарного проектирования производств или вопиющих нарушений технологии, в частности, установкой фильтров или отстойников там, где они изначально должны были стоять и регулярно очищаться или временным прекращением принципиально не предусмотренных технологическими схемами выбросов разнообразных загрязнителей. Хотя области

интересов экологии как научной дисциплины точно определены, она тем не менее делает существенный вклад в изучение и понимание проблем окружающей среды. Расширительное понимание экологии приводит к положительному эффекту «экологизации» многих научных дисциплин.

Современное понятие «экология», как правило, подразумевает экологию человека или социальную экологию, которая изучает закономерности взаимодействия общества и окружающей среды, а также проблемы ее охраны. При этом следует иметь в виду, что система «человеческое общество - окружающая среда» исключительно сложна, а характер взаимодействий между ними чрезвычайно многообразен и осуществляется через сложные цепи прямых и обратных связей [2]. В каждом конкретном случае системный анализ реализуется в рамках упрощенной модели, более или менее адекватно отображающей поведение системы в целом. Поэтому не случайно современная экология человека включает разнообразные философские, социологические, экономические, географические, технологические, психологические и этические аспекты, однако каждый из этих аспектов по своему односторонен и ограничен.

Все живое, любой живой организм, пред-

ставляет собой открытую стационарную систему, которая может существовать и эволюционировать только обмениваясь с окружающей средой веществом, энергией и информацией. На первый взгляд, возникновение жизни противоречит второму началу термодинамики, ибо появление даже простейшего организма означают самопроизвольное локальное упорядочение материи в макроскопических масштабах, что сопровождается уменьшением энтропии. Противоречие снимается при переходе к рассмотрению термодинамики сложных неравновесных систем. Для них справедливо общее соотношение [3]:

$$\Psi = T\sigma_s = \sum_1^r I_i X_i \geq 0,$$

где  $\Psi$  - диссипативная функция,  $T$  - абсолютная температура,  $\sigma_s$  - скорость возрастания энтропии,  $I_i$  - потоки различных видов вещества и энергии,  $X_i$  - вызывающие эти потоки силы. Для неравновесной, развивающейся системы диссипативная функция может быть только больше нуля, т.е. энтропия возрастает. Однако в правой части соотношения вовсе не любое произведение  $I_i X_i$  должно быть положительно. Оно может быть и отрицательным за счет того, что его влияние перекрывается другими сопряженными процессами. Другими словами, локальное упорядочение возможно, но оно непременно сопровождается увеличением энтропии (хаоса) вокруг этого упорядочения. За любое упорядочение необходимо платить разупорядочением в окружающей среде.

Как следствие этого, любой живой организм обладает перерабатывающей функцией (перерабатывает окружающую среду, увеличивая ее энтропию). Высшие формы животных, в отличие от растений, не способны обеспечить себя источниками органического вещества за счет фотосинтеза и с необходимостью включают в сферу перерабатывающей функции живые существа различной организации.

Выделение из животного мира человека разумного, создавшего орудия труда, овладевшего огнем, теплом, электричеством, атомной энергией, способностью выращивать сельскохозяйственную продукцию, разводить скот, строить и разрушать привело к колоссальному возрастанию перерабатывающей функции. Человечество стало главным фактором воздействия на окружающую среду.

Вываться из Природы человечество не может; перестать эксплуатировать невозобновляемые земные ресурсы - тоже не может; не в состоянии оно «просто так» отказаться и от достигнутого комфортного образа жизни; наша планета мала, и ее «пропускная способность» ограничена - ограничены

естественные процессы самовосстановления (сукцессии). Экспансия человеческой деятельности на природу ограничена биофизическими и биохимическими пределами. Дальнейшее антропогенное давление на окружающую среду может поставить (и уже ставит вопрос) о самом существовании человечества на Земле [2].

В настоящее время человечество больше говорит, чем делает и предпринимает лишь отдельные локальные попытки так организовать свою жизнь, чтобы уменьшить ущерб наносимый окружающей среде антропогенной деятельностью. Но это пока никак не решает сущности экологической проблемы.

Хочется надеяться, что все же реализуется предсказание В.И. Вернадского о эволюции биосферы в ноосферу - сферу разума [4-6]. Это под силу только человечеству в целом, в частности, при повышении роли ООН. Однако, это долгий путь.

Пути возможного решения - изменение структуры производства и потребления. На первом месте должна быть разумная система потребления, а под нее должна подстраиваться система производства. Фактически это означает переход на социально-ориентированную экономику. Если человечество на деле откажется от «покорения природы» и перейдет поиску гармонии с ней, то такой поворот будет достоин названия Великой социально-экологической революции, это будет реальным признаком рождения ноосферы. Единственный разумный путь при этом - сознательное самоограничение и самосовершенствование личности. В нашей стране (да и не только в ней) надежды на светлое будущее разумно возлагать только на детей, способных воспринять подлинные естественнонаучные идеи, культурные и этические нормы и ценности. Задача системы образования - безусловно обеспечить у подрастающего поколения формирования научно обоснованного и гуманистического мировоззрения.

Заметим, что с позиции термодинамики и теории информации повышение компетентности, образованности, информированности, общей культуры и толерантности человеческого общества ведет к понижению скорости возрастания энтропии как внутри его, так и в биосфере в целом, способствуя стабилизации стационарного состояния последней.

Урал, и в частности Свердловская область, относятся к числу регионов России с исключительно тяжелой экологической ситуацией. Зонами экологического бедствия могут считаться города Нижний Тагил, Каменск-Уральский, Кировград, Красноуральск, Серов, Екатеринбург, Первоуральско-Ревдинский промышленный узел. Во всех областях Уральского региона накоплено

огромное количество промышленных отходов, большая часть которых токсична. Постоянно отмечаются превышения нормативов содержания загрязняющих химических веществ в воздухе, в источниках воды и почве. Имеются зоны повышенного радиационного фона техногенного и естественного происхождения [5,7].

Среди этих загрязнений выделяются три главных группы наиболее опасных загрязнений: тяжелые металлы, продукты органического синтеза и продукты неполного сгорания. Все они приводят к загрязнению среды обитания человека: питьевой воды, воздуха, земельных угодий, пищевых продуктов, жилищ.

Особое внимание обратим на загрязнения продуктами органического синтеза и, в частности, фенола и его аналогов, содержание которых в водах уральских водоемов существенно превышает уровень ПДК. Фенол является родоначальником целого семейства органических соединений (ксенобиотиков), способных поражать иммунную систему человека. Одной из групп таких производных являются диоксины - продукты окисления хлорорганических ароматических соединений. ПДК на диоксины лежат на уровне пикограммовых количеств, однако, методы их определения практически отсутствуют. Следует отметить, что диоксины могут образовываться и при кипячении хлорированной питьевой воды в том случае, если она содержала фенол и его гомологи даже на уровне ПДК.

Кафедра аналитической химии Уральского государственного университета с конца шестидесятых - начала семидесятых годов занимается решением проблемы определения вышеуказанных токсичных веществ в водах различного назначения и других объектах окружающей среды. Последние разработки кафедры в этом направлении состоят в следующем [8].

Новые ионоселективные электроды (химические сенсоры) на основе оксидных вольфрамовых, ниобиевых и ванадиевых бронз, магнетоплюмбитов и других сложнооксидных композиций, а также на основе краун-эфиров, разработанные на кафедре, могут быть использованы для определения свинца, таллия, меди(II), алюминия, железа(III), никеля(II), перхлорат-ионов. (доц. Великанова Т.В., проф. Жуковский В.М., доц. Подкорытов А.Л., с.н.с. Бушкова О.В., с.н.с. Анимица И.Е.)

Для определения содержания бора в природных водах и тканях животного происхождения предлагается спектрофотометрический метод, основанный на образовании гетерополисоединения в системе бор-фтор-молибден(VI). (доц. Неудачина Л.К., ст. препод. Сурова Т.В.)

Совместно с кафедрой органической химии ведутся работы по синтезу и применению в анали-

зе новых ароматических комплексонов - производных ариламинопропионовых кислот. Разработана высокоселективная методика спектрофотометрического определения меди(II) в природных водах (доц. Неудачина Л.К., доц. Вшивков А.А., асп. Скорик Ю.А.).

Совместно с кафедрой органической химии разработаны спектрофотометрические методики определения бора в пищевых продуктах и почвах с использованием N-незамещенных гидроксамовых кислот (доц. Иканина Т.В., ст.препод. Сурова Т.В.).

Для определения фенола предлагается способ, не требующий использования труднодоступных реактивов. Он основан на образовании комплексного соединения в системе фенол-оксалат-титан(IV) в кислых растворах (доц. Неудачина Л.К., инж. Суханова Т.Г.).

Общее содержание органических веществ в воде может быть определено газохроматографически (доц. Кропанев А.Ю.).

Изучается влияние образования гетероядерных комплексов на комплексонометрическое определение тяжелых металлов при совместном присутствии (доц. Черемухин Ю.Г.).

Есть много причин, породивших негативную экологическую ситуацию на Урале. Однако, одной из основных следует назвать экологическую неграмотность населения вообще и руководителей всех уровней в частности. Поэтому выпуск специалистов университетского уровня, у которых сформировано целостное представление об окружающем мире, о месте и роли в нем человека является, с нашей точки зрения, весьма своевременным и полезным делом. Имея определенные наработки в области анализа объектов окружающей среды, кафедра аналитической химии взяла на себя инициативу организации на химическом факультете УрГУ, наряду с классической специализацией 011001-Аналитическая химия, новой специализации 011030 - Химия окружающей среды.

Разработка учебного плана этой специализации началась на химическом факультете УрГУ в 1994 году, подготовка специалистов - в 1995 году, первый выпуск осуществлен в 1997 году. Обучение студентов по специализации «Химия окружающей среды» осуществляется на базе трех кафедр химического факультета: аналитической, органической химии и химии высокомолекулярных соединений.

Студенты, специализирующиеся в области химии окружающей среды получают знания в области идентификации и анализа различных природных и промышленных объектов, техногенного воздействия человека на окружающую среду, химического мониторинга. Они умеют составлять



рациональные схемы анализа объектов окружающей среды и применять на практике химические и физико-химические методы контроля состава промышленных материалов, пищевых продуктов, воды, воздуха, почв и т.д. Они знакомы с основами стандартизации и сертификации материалов различного назначения.

Студенты проходят практику в лабораториях Госкомгидромета, санэпидемстанций различного уровня, лабораториях санитарного контроля различных предприятий г.Екатеринбурга и Свердловской области. Во многих случаях они проявляют себя как высококвалифицированные специалисты и получают приглашения на постоянную работу в этих организациях.

Психологи утверждают, что изменить устоявшиеся взгляды и привычки взрослых людей очень сложно, практически невозможно. Поэтому переломить сложившийся в обществе стереотип подхода к проблемам экологии можно только начав с детства формировать экологическое мышление и новое отношение к себе и к окружающему миру.

Работу по созданию программ и учебных пособий по интегрированному экологическому курсу естествознания с 1992 года ведут Отделение экологических систем СП «КОРУС» и учебно-методический центр «Гринкул» при поддержке Департамента образования Свердловской области. Основным костяком этого коллектива составляют выпускники химического факультета УрГУ С.М.Юшкова, М.Б.Видревич, Н.Н.Нохрина и др. В состав авторского коллектива по написанию методического пособия для учителей по курсу «Наша окружающая среда» для 5-го класса средней школы (1997) [9] вошел профессор кафедры аналитической химии УрГУ В.М.Жуковский.

Беседы и лекции об экологической обстановке в Свердловской области, о путях решения экологических проблем преподаватели кафедры регулярно проводят на курсах учителей, организуемых Департаментом образования Свердловской

области, в химических классах школ г.Екатеринбурга и области.

Конечная цель этой деятельности - помочь студентам и учащимся школ осознать необходимость и наметить пути гармоничного существования и развития каждого отдельного человека в человеческом обществе и человечества в целом в биосфере планеты Земля, понять значимость своей роли в создании устойчивого баланса между потребностями человечества и возможностями и ресурсами нашей планеты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коммонер Б. Замыкающийся круг: Природа, человек, технология. - Л., Гидрометеиздат.: 1974, С. 326.
2. Моисеев Н.Н., Александров В.В., Терко А.М. Человек и биосфера. - М.: Наука, 1985. С. 271.
3. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки. - М.-Л., Наука.:1940, С. 260.
4. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. - М.: Наука. 1989. С. 261.
5. Вейсенбургер У. Загрязнение воздушного и водного бассейнов России: Взгляд из Германии. В кн. Экологическая ситуация в России: Выход из кризиса. - М.: Комплекс-прогресс. 1996. С.1-7.
6. Лукьянчиков Н. Возможность перехода России к модели устойчивого развития (О концепции перехода на ноосферный путь развития). В кн. Экологическая ситуация в России: Выход из кризиса. - М.: Комплекс-прогресс. 1996. С.71-79.
7. Яблоков А.В., Остроумов С.А. Уровни охраны природы. - М.: Наука, 1985. С. 176.
8. Неудачина Л.К., Жуковский В.М., Вшивков А.А. Источники антропогенных загрязнений и новые методики анализа природной и питьевой воды. //Тез. докл. научно-практических семинаров на международной выставке «УРАЛЭКОЛОГИЯ-96», Екатеринбург, 1996. С. 105-106.
9. Методическое пособие для учителей по курсу «Наша окружающая среда» для 5-го класса средней школы / Колл. авт. - Екатеринбург: Группа «Корус». - 172с.

\* \* \* \* \*